



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

BEST AVAILABLE COPY

(19) SU (11) 1790638 A3

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ  
ВЕДОМСТВО СССР  
(ГОСПАТЕНТ СССР)

(51)5 C 25 D 19/00

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К ПАТЕНТУ

(21) 4889106/26

(22) 05.12.90

(46) 23.01.93. Бюл. № 3

(71) Уральский научно-исследовательский институт трубной промышленности

(72) Я.Н.Липкин, В.И.Пятков, А.С.Богомолов, О.Н.Муравхин и С.В.Гольдман

(73) Центр непрерывного образования "Всесоюзный заочный университет по теории и практике защиты от коррозии"

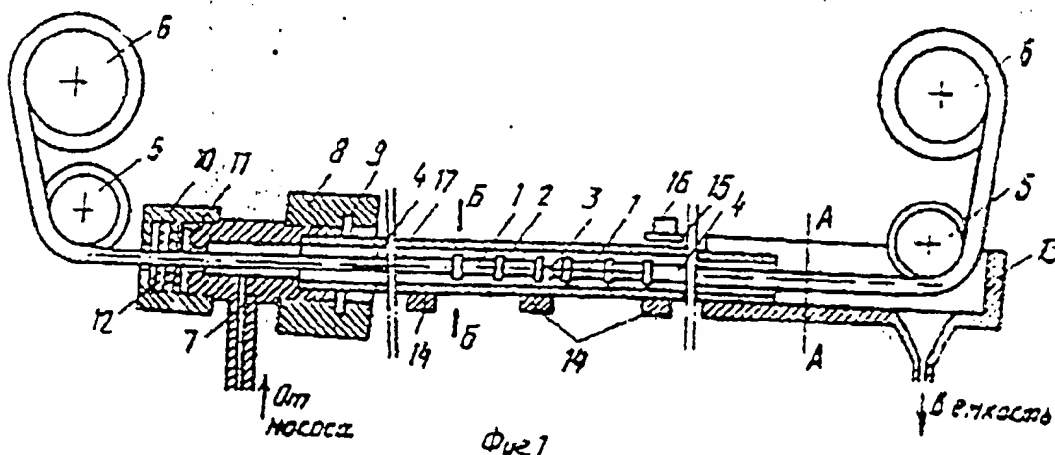
(56) Липкин Я.Н., Штанько В.М. Химическая и электрохимическая обработка стальных труб. Изд. 2-е. М.: Металлургия, 1982, с.225.

Авторское свидетельство СССР

№ 718504, кл. C 25 D 17/02, 1976.

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПОЛОСТЕЙ ДЛИННОМЕРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

(57) Использование: изобретение относится к электрохимической обработке полостей длинномерных изделий, преимущественно труб с внутренними диаметрами 3-8 мм при электрохимическом полировании и нанесении гальванических покрытий, и может быть использовано в металлургии, машиностроении и радиотехнической промышленности. Сущность изобретения заключается в том, что устройство снабжают дополнительным электродом 1 с индивидуальным средством перемещения 6, а также изолированным токоподводом 4 и уплотнением, причем электроды соединены друг с другом, а уплотнение установлено со стороны средства подвода электролита. 1 з. п. ф-лы, 3 ил.



"SU" 1790638 A3

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Изобретение относится к электрохимической обработке полостей длинномерных изделий, преимущественно труб с внутренними диаметрами 3-8 мм при электрохимическом полировании и нанесении гальванических покрытий и может быть использовано в металлургии, машиностроении и радиотехнической промышленности.

Известны устройства для электрохимического полирования труб, перемещаемых относительно неподвижного перфорированного катода, к которому подводится ток по трубе, электроизолированной снаружи. По этой трубе под давлением в полость обрабатываемой трубы подается электролит. Эти устройства широко применяются в промышленности для обработки труб с внутренним диаметром не менее 8 мм, так как при меньших диаметрах через трубчатый токоподвод невозможно или очень сложно подвести достаточной силы токи. Кроме того, к недостаткам этих известных устройств следует отнести их большую длину, трудности со сливом кислого электролита из конца перемещаемых на большой длине труб и невозможность применения для обработки полостей неровных труб или труб с криволинейными участками.

Наиболее близким к предлагаемому решению по технической сущности и достигаемому эффекту является известное устройство для электрохимической обработки полостей длинномерных изделий. Это устройство с перемещаемым электродом внутри жестко закрепленной полости, с гибким изолированным сплошным токоподводом и с нагнетанием электролита в полость с помощью стационарно установленного средства с индивидуальным уплотнением каждого изделия, взятое в качестве прототипа, обеспечивает обработку не только прямолинейных, но и криволинейных длинномерных изделий при большой производительности благодаря возможности создания высоких плотностей тока. Кроме того, это устройство компактно и обеспечивает лучшие условия труда благодаря возможности компактного размещения вентиляционных отсосов со стороны одного торца обрабатываемой трубы.

Недостатками прототипа применительно к проблеме обработки полостей с малыми диаметрами являются:

ограниченная длина обрабатываемых труб из-за невозможности подачи токов необходимой силы, из-за нагрева гибких токоподводов и трудности обеспечения проточности электролита с выходом газов;

низкая производительность обработки

чи электрода без подключения тока ("холостой" период) в связи с невозможностью применения жестких изоляторов для задачи гибкого токоподвода и рабочий период с подачей тока при обратном ходе электрода. Кроме того, низкая производительность обработки связана с затратой времени на вспомогательную операцию - протаскивание нити для захвата и задачи электрода внутрь полости, так как подача участков гибкого и неупругого изолированного провода малого диаметра через торец изделия невозможна даже при длине полости 1 м.

Целью изобретения является увеличение номенклатуры обрабатываемых изделий по длине путем подвода тока в два раза большей силы без перегрева токоподводов и повышение производительности.

Поставленная цель достигается тем, что устройство для электрохимической обработки полостей длинномерных изделий, содержащее стационарно установленные средства подвода электролита, средства крепления изделий с токоподводом, электрод с изолированным токоподводом, выполненный гибким и сплошным в поперечном сечении, и средство перемещения электрода внутри обрабатываемой полости, установленное с возможностью изменения направления его движения снабжено дополнительным электродом с индивидуальным средством перемещения, изолированным токоподводом и уплотнением, причем электроды соединены друг с другом, а уплотнение установлено со стороны средства подвода электролита.

Кроме того устройство снабжено средством протаскивания электрода через обрабатываемую полость, выполненное в виде каретки с магнитом и сцепкой из магнитного материала, причем сцепка устанавливается с возможностью соединения с электродом.

На фиг. 1 дан общий вид устройства; на фиг. 2 - разрез А-А на фиг. 1; на фиг. 3 - разрез Б-Б на фиг. 1.

Устройство состоит из насоса с емкостью (на фиг. 1 не показаны), двух электродов 1 с изоляторами 2 и крючками (или иными соединительными средствами) 3, двух припаянных к электродам гибких изолированных токоподводов (проводов) 4, не приводных роликов 5, двух барабанов 6 с приводами и средствами отключения приводов от барабанов (на фиг. 1 не показаны), корпуса подачи электролита 7 с подводом от нагнетающего электролит насоса, зажимной гайки 8 с уплотняющей прокладкой 9 (из резины или другого полимерного материала), уплотнения состоящего из гайки 10 с

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

6x1 из нержавеющей стали марок X18H10T и 02X18H011 длиной до 4 м с обеспечением поверхности с показателем шероховатости  $R_a$  в пределах 0,05–0,32 мкм.

Режим обработки: (скорость перемещения электродов 150–200 мм/мин, длина электрода 55 мм, сила тока 3,5 А, анодная плотность тока 50 А/дм<sup>2</sup>, температура раствора 55–75°C, гибкий токоподвод из провода марки МС-13-13 сечением 0,2 мм, прямой и обратный ход под током.

В устройстве по прототипу с протаскиванием электрода через полость нитью (холостой ход) удалось осуществить обработку труб при тех же режимах, но при длине трубы не более 2 м из-за сильного нагрева проводов. На обработку одной трубы длиной 2 м в один проход затрачивали 40–45 мин (из них 30 мин на вспомогательные операции). Т.е. на обработку 1 пог.м в устройстве по прототипу затрачивали 20–22,5 мин.

При обработке труб длиной 4 м в один проход электродов туда и обратно на предлагаемом устройстве затрачивали 50–55 мин, т.е. на обработку 1 пог.м затрачивали 12,5–14 мин, т.е. производительность обработки увеличилась на 45–50% (без учета повышения качества благодаря двойному ходу).

Еще большее повышение производительности предлагаемое техническое решение позволяет получить при необходимости для достижения заданного качества 2–4 прохода обработки.

Таким образом, предлагаемое устройство позволяет повысить производительность на 45–60% и более за счет увеличения обрабатываемого участка полости однократно и сокращению затрат времени на вспомогательные операции благодаря перемещению сцепленных электродов и удлинению обрабатываемой полости, а также адасе удлинить обрабатываемое изделие благодаря двум самостоятельным системам подвода тока при той же плотности тока на участок каждого электрода.

Предлагаемое устройство может быть использовано в промышленном масштабе при производстве труб диаметром 5x1 мм,

5x0,5 мм, 6x1 мм, 8x1 мм, 10x1,5 мм с повышенным требованием к качеству поверхности по шероховатости и с получением блестящей поверхности для транспортировки особо чистых веществ в радиотехнической и др. отраслях промышленности (проблема "чистой комнаты").

Предлагаемое техническое решение может быть использовано при нанесении гальванических покрытий на внутреннюю полость труб для атомной промышленности (с нерастворимыми или растворимыми анодами), а также для обработки трубопроводов с криволинейными участками.

#### Формула изобретения

1. Устройство для электрохимической обработки полостей длинномерных изделий преимущественно с малыми диаметрами, содержащее стационарно установленные средство подвода электролита, средство крепления изделий с токоподводом, электрод с изолированным токоподводом, выполненный гибким и сплошным в поперечном сечении, средство перемещения электрода внутри обрабатываемой полости, установленное с возможностью изменения направления его движения, отличающееся тем, что, с целью увеличения номенклатуры обрабатываемых изделий по длине, путем подвода тока в два раза большей силы без перегрева токоподводов и повышения производительности, оно снабжено дополнительным электродом с индивидуальным средством перемещения, изолированным токоподводом и уплотнением, причем электроды соединены друг с другом, а уплотнение установлено со стороны средства подвода электролита.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что, с целью повышения производительности обработки изделий из немагнитного материала, оно снабжено средством протаскивания электрода через обрабатываемую полость, выполненным в виде хвостика с магнитом и сцепкой из магнитного материала, причем сцепка устанавливается с возможностью соединения с электродом.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Union of Soviet Socialist Republics

USSR State Patent Office

(Gospatent SSSR)

SPECIFICATION OF AN INVENTION  
for a Patent

(19) SU (11) 1790638 A3

(51)5 C 25 D 19/00

---

(21) 4889106/26

(22) 05.12.90

(46) 23.01.93. Bull. No. 3

(71) Urals Scientific Research Institute for the Pipe Industry

(72) Ya.N. Lipkin, V.I. Pyatkov, A.S. Bogomolov, O.N. Muravkin and S.V. Gol'dman

(73) Continuing Education Centre "All-union Distance Learning University for the Theory and Practice of Corrosion Protection"

(56) Lipkin Ya.N., Shtan'ko V.M. Khimicheskaya i eletrokhimicheskaya obrabotka stalnykh trub [Chemical and Electrochemical Machining of Steel Pipes]. 2nd edition. Moscow, Metallurgiya, 1982, p. 225.

USSR Inventor's Certificate No. 718504, Cl. C 25 D 17/12; 1976.

(54) DEVICE FOR ELECTROCHEMICAL MACHINING OF CAVITIES OF LONG ARTICLES

(57) Use: the invention relates to electrochemical machining of the cavities of long articles, particularly tubes with inside diameters of 3-8 mm during electrochemical polishing and the application of galvanic coatings, and may be utilized in metallurgy, engineering and the electronics industry. The substance of the invention is comprised in that the device is equipped with additional electrode 1 with individual movement means 6, and also insulated supply conductor 4 and a seal, the electrodes being connected to each other, and

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



the seal being installed on the electrolyte supply means side. 1 dependent claim, 3 figs.

The invention relates to electrochemical machining of the cavities of long articles, particularly tubes with inside diameters of 3-8 mm during electrochemical polishing and electroplating, and may be utilized in metallurgy, engineering and the electronics industry.

Devices are known for electrochemical polishing of tubes, which are moved relative to a stationary perforated cathode to which current is supplied via a tube which is externally electrically insulated. Electrolyte is supplied under pressure through this tube into the cavity of the tube being machined. These devices are widely used in industry for the machining of tubes with an inside diameter of not less than 8 mm, since with smaller diameters it is impossible or very complex to supply a current of adequate strength through the tubular conductor. Furthermore, their great length, the difficulties in discharging acidic electrolyte from the ends of tubes which are being moved over a considerable length, and the impossibility of using them for machining the cavities of uneven tubes or tubes with curvilinear sections, must be included among the disadvantages of these known devices.

Closest in technical substance and the effect achieved to the solution now proposed is a known device for electrochemical machining of the cavities of long articles. This device, which is taken as the prototype and has a movable electrode inside a rigidly secured cavity, a flexible insulated continuous supply conductor, and electrolyte supplied under pressure into the cavity with the aid of a fixedly mounted means, with individual sealing of each item, permits the machining not only of rectilinear, but also of curvilinear, long articles with high productivity thanks to the possibility of creating high current densities. Furthermore, this device is compact and provides better working conditions thanks to the possibility of the

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

compact arrangement of extraction ventilation units at one end of the tube being machined.

Disadvantages of the prototype relating to the problem of machining cavities with small diameters are:

the restricted length of the tubes being machined due to the impossibility of supplying currents of the necessary strength, due to heating of the flexible supply conductors and the difficulty of ensuring throughflow of electrolyte with evolution of gases;

the low machining productivity due to division of the process into a period of electrode feed with current supply off (the "idle" period) in connection with the impossibility of using rigid insulators for feeding the flexible supply conductor, and a working period with current supplied during the reverse pass of the electrode. Furthermore, the low machining productivity is associated with the expenditure of time on an auxiliary operation - pulling through a filament for capturing and feeding the electrode within the cavity, since feeding sections of flexible and nonelastic insulated wire of small diameter through the end of an article is impossible even with a cavity length of 1 m.

The object of the invention is to increase the range in relation to length of articles to be machined by supplying a current of double the strength without overheating of the supply conductors, and to increase productivity.

The stated object is achieved in that a device for electrochemical machining of the cavities of long articles, which comprises a fixedly mounted means for supplying electrolyte, means for securing articles to a supply conductor, an electrode with an insulated supply conductor which is flexible and continuous in cross-section, and a means for moving the electrode within the cavity being machined, which is mounted to permit change in the direction of its movement, is equipped with an additional electrode with an individual movement means, an insulated supply conductor and a seal, the electrodes

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

being connected to each other, and the seal being installed on the electrolyte supply means side.

In addition, the device is equipped with means for pulling the electrode through the cavity being machined, made in the form of a carriage with a magnet and a coupling of magnetic material, the coupling being mounted to permit connection to the electrode.

Figure 1 gives a general view of the device; Fig. 2 - section A-A of Fig. 1; Fig. 3 - section B-B of Fig. 1.

The device consists of a pump with a tank (not shown in Fig. 1), two electrodes 1 with insulators 2 and hooks (or other connecting means) 3, two flexible insulated supply conductors (wires) 4 soldered to the electrodes, idler rollers 5, two drums 6 with drives and means for disconnection of the drives from the drums (not shown in Fig. 1), electrolyte feed casing 7 supplied from an electrolyte delivery pump, locknut 8 with sealing gasket 9 (of rubber or other polymeric material), a seal consisting of nut 10 with sealing gasket 11 and piece 12 of polymeric material (e.g. fluorocarbon plastic), discharge trough 13 with a funnel, current supply supports 14 with clamping springs (not shown in Fig. 1), movable carriage 15 with permanent magnet (or electromagnet) 16, means for supplying direct current from a rectifier, and leads with connection to current supply supports 14 and to drum 6 (not shown in Fig. 1). The device is equipped with a detachable coupling of magnetic material (not shown in Fig. 1).

The device operates in the following manner. Before mounting the long article to be machined - tube 17, the direct current and pump are switched off, electrodes 1 are decoupled and are located in the end positions: left electrode 1 is located in the interior of casing 7 (position ab), and right electrode 1 is located in discharge trough 13 (position cd). Movable carriage 15 with magnet 16 is located at the extreme left in position d.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Tube 17 is mounted on current supply supports 14, left electrode 1 is introduced from the left end into the interior of tube 17 and is pulled through the tube with the drive of left drum 6 switched off. Electrode 1 is pulled through the tube either with the aid of magnet 16 and the detachable coupling of magnetic material (method I) or with the aid of a filament, previously (outside of the device) drawn through the interior of the tube (method II). Using the first method, which is suitable for machining tubes of nonmagnetic material, the coupling is coupled with the aid of a hook to hook 3 of electrode 1 and is inserted into the tube. After this, movable carriage 15 with magnet 16 is energised and is moved over tube 17 to extreme right position "f". In this process, the coupling of magnetic material is moved to position "f" under the influence of the magnet, pulling with it electrode 1 with flexible supply conductor 4. The coupling is of arbitrary shape and is equipped with a hook and one or several rollers (balls) to reduce friction with the tube. After reaching position f, the coupling is detached from electrode 1.

Using the second method when machining tubes of magnetic material, a filament is fastened to hook 3 of electrode 1, and with its aid electrode 1 is manually pulled through the tube to position f, after which the filament is unfastened.

After electrode 1 has reached position "f", the left end of tube 17 is introduced into casing 7 to a stop through seal 9 and is clamped with the aid of locknut 8. Tube 17 is clamped to current supply supports 14 by clamping springs, and left and right electrodes 1 are coupled with the aid of hooks 3. After performing the operations indicated, the process of electrochemical machining is carried out.

Electrochemical machining is carried out in the following manner. The electrolyte pump is switched on and electrolyte is pumped through casing 7 and the cavity in the space between tube 17, electrodes 1 and flexible supply conductors 4. Electrolyte flows freely

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



from tube 17 into discharge trough 13 and through the funnel into a tank with means for heating the electrolyte and maintaining the operating temperature, then the drive of left drum 6 is switched on and movement of the two electrodes 1, pulled by left flexible supply conductor 4, commences. In the course of movement, electrochemical machining of the cavity is carried out in the section of the tube opposite electrodes 1. When left electrode 1 reaches position ab, the drive of left drum 6 is switched off and the drive of right drum 6 is switched on, and electrodes 1 are moved from left to right to position "f". Electrochemical machining then takes place during the reverse movement. The drive of right drum 6 is then switched off, the current is switched on and the pump is stopped. The electrolyte drains from the cavity of tube 17 thanks to the overall inclination of the device towards discharge trough 13 (e.g. with a slope of 1:10).

After completing electrochemical machining, electrodes 1 are uncoupled, the drives of both drums 6 pull electrodes 1 to the end positions (the left in position ab and the right in position cd) and are switched off, carriage 15 is moved to the extreme left to position e, locknut 8 is loosened, and tube 17 is released from the clamping springs and is removed from the device for washing and drying to be performed outside the device.

By varying the connection and disconnection of drums 6, electrodes 1 stop for a predetermined time for uniform machining of the cavities and ends of the tube.

Idler rollers 5 in the device facilitate more intensive cooling of flexible insulated supply conductors 4.

Several sets of devices (3-8), which can be serviced by one operator, may be installed in order to increase machining productivity.

The technical solution now proposed has been tested on electrochemical polishing of the internal cavity of tubes with a diameter of 6x1 of stainless steels grades Kh18N10T and 02Kh18N011 with a length of up to 4 m to

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

provide the surface with a roughness  $R_a$  in the range 0.06-0.32 mm.

Machining conditions: travel speed of electrodes 150-200 mm/min, length of electrode 55 mm, current strength 3.5 A, anode current density 50 A/dm<sup>2</sup>, temperature of solution 55-75°C, flexible supply conductor of grade MS-16-13 wire with a cross-section of 0.2 mm, current supplied in forward and return pass.

In a device according to the prototype with the electrode pulled through the cavity by a filament (the idle pass), it was found possible to machine tubes in the same conditions, but with a tube length of not more than 2 due to the strong heating of the conductors. When machining one tube with a length of 2 m, one pass occupied 40-45 min (of which 30 min were spent on auxiliary operations). That is to say that machining 1 linear metre in the device according to the prototype occupied 20-22.5 min.

When machining tubes with a length of 4 m, one forward and return pass of the electrodes in the device now proposed occupied 50-55 min, i.e. machining 1 linear metre occupied 12.5-14 min, i.e. machining productivity was increased by 45-60% (without taking account of the improvement in quality thanks to the double pass).

The technical solution now proposed makes it possible to secure an even greater increase in productivity where 2-4 machining passes are needed in order to achieve a predetermined quality.

The device now proposed thus makes it possible to increase productivity by 45-60% and more due to doubling of the section of the cavity being machined and reduction in the time spent on auxiliary operations thanks to the movement of coupled electrodes and extension of the cavity being machined, and also allows the length of the article being machined to be doubled thanks to the two independent current supply systems with the same current density on the section of each electrode.

**THIS PAGE BLANK (USP 10)**

The device now proposed may be used on an industrial scale in the production of tubes with a diameter of 5x1 mm, 5x0.5 mm, 6x1 mm, 8x1 mm and 10x1.5 mm with enhancement of the surface roughness quality requirement and with formation of a bright surface for transporting special purity substances in the electronics and other industries (the "clean room" problem).

The technical solution now proposed may be used when electroplating the internal cavity of tubes for the nuclear industry (with insoluble or temporary soluble anodes), and also for machining piping with curvilinear sections.

#### C l a i m s

1. Device for electrochemical machining of the cavities of long articles particularly with small diameters, comprising a fixedly mounted means for supplying electrolyte, means for securing articles to a supply conductor, an electrode with an insulated supply conductor which is flexible and continuous in cross-section, and a means for moving the electrode within the cavity being machined, which is mounted to permit change in the direction of its movement, characterized in that, with the object of increasing the range in relation to length of articles to be machined by supplying a current of double the strength without overheating of the supply conductors, and of increasing productivity, it is equipped with an additional electrode with an individual movement means, an insulated supply conductor and a seal, the electrodes being connected to each other, and the seal being installed on the electrolyte supply means side.

2. Device according to Claim 1, characterized in that, with the object of increasing productivity when machining articles of nonmagnetic material, it is equipped with means for pulling the electrode through the cavity being machined, made in the form of a carriage with a magnet and a coupling of magnetic

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

- 9 -

material, the coupling being mounted to permit connection to the electrode.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



From pump

To tank

Fig. 1

A-A

B-B

Fig. 2

Fig. 3 . .

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

### **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**This Page Blank (uspto)**